

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re the Application of

Inventors: J. MULLER, et al.

Application No.: New Patent Application

Filed: October 1, 2003

For: PROCESS AND DEVICE FOR AUTOMATICALLY CONTROLLING
THE THRUST OF AT LEAST ONE ENGINE OF AN AIRCRAFT
DURING A PHASE OF HORIZONTAL FLIGHT AT STABILIZED
SPEED.

CLAIM FOR PRIORITY

Honorable Commissioner of
Patents and Trademarks
Washington, D.C. 20231

Sir:

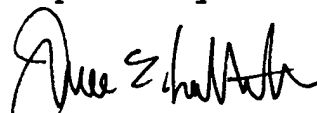
The benefit of the filing date of the following prior foreign
application filed in the following foreign country is hereby requested
for the above-identified application and the priority provided in 35 USC
119 is hereby claimed:

French Appln. No. 02 12174, filed October 2, 2002.

In support of this claim, a certified copy of said original foreign
application is filed herewith.

It is requested that the file of this application be marked to
indicate that the requirements of 35 USC 119 have been fulfilled and that
the Patent and Trademark Office kindly acknowledge receipt of this
document.

Respectfully submitted,



James E. Ledbetter
Registration No. 28,732

Date: October 1, 2003

JEL/apg
Attorney Docket No. L7307.03160
STEVENS, DAVIS, MILLER & MOSHER, L.L.P.
1615 L Street, NW, Suite 850
P.O. Box 34387
Washington, DC 20043-4387
Telephone: (202) 785-0100
Facsimile: (202) 408-5200



BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le 01 SEP. 2003

Pour le Directeur général de l'Institut
national de la propriété industrielle
Le Chef du Département des brevets

Martine PLANCHE

INSTITUT
NATIONAL DE
LA PROPRIÉTÉ
INDUSTRIELLE

SIEGE
26 bis, rue de Saint Petersburg
75800 PARIS cedex 08
Téléphone : 33 (0)1 53 04 53 04
Télécopie : 33 (0)1 53 04 45 23
www.inpi.fr



26 bis, rue de Saint Pétersbourg
75800 Paris Cedex 08
Téléphone : 33 (1) 53 04 53 04 Télécopie : 33 (1) 42 94 86 54

BREVET D'INVENTION CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI



N° 11354*02

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE page 1/2



Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

08 540 0 W / 010801

REMISE DES REÇUS DATE 2 OCT 2002 LIEU 75 INPI PARIS N° D'ENREGISTREMENT 0212174 NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI DATE DE DÉPÔT ATTRIBUÉE PAR L'INPI 02 OCT. 2002		Réservé à l'INPI NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE CABINET BONNÉTAT 29, Rue de Saint-Pétersbourg 75008 PARIS	
V s r é f é r e n c e s p o u r c e d o s s i e r (facultatif) AF-718			
Confirmation d'un dépôt par télécopie <input type="checkbox"/> N° attribué par l'INPI à la télécopie			
2 NATURE DE LA DEMANDE Demande de brevet <input checked="" type="checkbox"/> Demande de certificat d'utilité <input type="checkbox"/> Demande divisionnaire <input type="checkbox"/> <i>Demande de brevet initiale</i> N° _____ Date _____ <i>ou demande de certificat d'utilité initiale</i> N° _____ Date _____ Transformation d'une demande de brevet européen <i>Demande de brevet initiale</i> <input type="checkbox"/> N° _____ Date _____		Cochez l'une des 4 cases suivantes	
3 TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum) Procédé et dispositif pour commander automatiquement la poussée d'au moins un moteur d'un aéronef lors d'une phase de vol horizontal à vitesse stabilisée			
4 DÉCLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE		Pays ou organisation _____ N° _____ Date _____ Pays ou organisation _____ N° _____ Date _____ Pays ou organisation _____ N° _____ Date _____ <input type="checkbox"/> S'il y a d'autres priorités, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»	
5 DEMANDEUR (Cochez l'une des 2 cases)		<input checked="" type="checkbox"/> Personne morale <input type="checkbox"/> Personne physique	
Nom ou dénomination sociale		AIRBUS France	
Prénoms			
Forme juridique		Société par Actions Simplifiée	
N° SIREN		3 9 3 3 4 1 5 3 2	
Code APE-NAF		3 5 3 B	
Domicile ou siège	Rue	316, Route de Bayonne	
	Code postal et ville	31 060 TOULOUSE	
	Pays	FRANCE	
Nationalité		française	
N° de téléphone (facultatif)		N° de télécopie (facultatif)	
Adresse électronique (facultatif)			
<input type="checkbox"/> S'il y a plus d'un demandeur, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»			

Remplir impérativement la 2^{ème} page



BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE

page 2/2

BR2

REMISE DES RÉCÉP DATE 2 OCT 2002 LIEU 75 INPI PARIS N° D'ENREGISTREMENT 0212174 NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI		Réservé à l'INPI	DB 540 O W / 010801
Vos références pour ce dossier : (facultatif)		AF-718	
6 MANDATAIRE (s'il y a lieu)			
Nom		HAUER	
Prénom		Bernard	
Cabinet ou Société		CABINET BONNÉTAT	
N° de pouvoir permanent et/ou de lien contractuel			
Adresse	Rue	29, Rue de Saint-Petersbourg	
	Code postal et ville	[7 5 0 0 8] PARIS	
	Pays	FRANCE	
N° de téléphone (facultatif)		01 42 93 66 65	
N° de télécopie (facultatif)		01 42 93 69 51	
Adresse électronique (facultatif)			
7 INVENTEUR (S)		Les inventeurs sont nécessairement des personnes physiques	
Les demandeurs et les inventeurs sont les mêmes personnes		<input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non : Dans ce cas remplir le formulaire de Désignation d'Inventeur(s)	
8 RAPPORT DE RECHERCHE		Uniquement pour une demande de brevet (y compris division et transformation)	
Établissement immédiat ou établissement différé		<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
Paiement échelonné de la redevance (en deux versements)		Uniquement pour les personnes physiques effectuant elles-mêmes leur propre dépôt <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	
9 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES		Uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Requête pour la première fois pour cette invention (joindre un avis de non-imposition) <input type="checkbox"/> Obtenue antérieurement à ce dépôt pour cette invention (joindre une copie de la décision d'admission à l'assistance gratuite ou indiquer sa référence) : AG [] [] [] [] [] [] [] [] [] []	
Si vous avez utilisé l'imprimé «Suite», indiquez le nombre de pages jointes			
10 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire) Mandataire "CPI brevet" : Bernard HAUER 98-0504 (B)		VISA DE LA PRÉFECTURE OU DE L'INPI M. BLANCANEUX	

La présente invention concerne un procédé et un dispositif pour commander automatiquement la poussée d'au moins un moteur d'un aéronef lors d'une phase de vol horizontal à vitesse stabilisée, en particulier lors d'une phase de vol en croisière d'un avion de transport.

5 Plus précisément, elle s'applique au cas où la poussée du ou des moteurs est commandée de façon automatique par un système usuel d'autopoussée ("autothrust" en anglais).

On sait que, dans ce cas, le système d'autopoussée régule automatiquement le régime des moteurs, de façon continue, en fonction de
10 l'écart entre la vitesse mesurée de l'aéronef et la vitesse de consigne. Un tel système d'autopoussée permet donc d'engendrer une vitesse stabilisée (sur la vitesse de consigne) de l'aéronef.

Toutefois, en raison de la génération d'une variation continue (ou permanente) du régime du ou des moteurs, qui est à l'origine d'une variation permanente des fréquences sonores émises par les moteurs (les fréquences sonores variant bien entendu avec le régime des moteurs), ce
15 système d'autopoussée présente donc l'inconvénient de faire varier de façon permanente le bruit émis par le ou les moteurs, ce qui réduit le confort acoustique, en particulier des passagers de l'aéronef. Or, sur un
20 avion de transport notamment, le confort des passagers est essentiel durant une phase de vol horizontal à vitesse stabilisée telle qu'une phase de croisière, qui peut durer plusieurs heures.

La présente invention a pour objet de remédier à ces inconvénients. Elle concerne un procédé pour commander automatiquement la
25 poussée d'au moins un moteur d'un aéronef lors d'une phase de vol hori-

zontal à vitesse stabilisée, procédé qui permet d'améliorer le confort acoustique des passagers de l'aéronef.

A cet effet, selon l'invention, ledit procédé selon lequel on commande automatiquement la poussée du moteur en lui appliquant une valeur de commande qui correspond à la valeur d'un paramètre de commande prédéterminé et représentatif du régime dudit moteur, et selon lequel on réalise, automatiquement et de façon répétitive, la suite d'étapes suivante :

a) on mesure une vitesse effective correspondant à la valeur effective de la vitesse de l'aéronef ;

b) on détermine une vitesse de consigne correspondant à la vitesse de l'aéronef représentative de la valeur de commande obtenue à partir de la suite d'étapes précédente ;

c) on calcule une première différence entre ladite vitesse effective et ladite vitesse de consigne ;

d) on détermine, pour ledit paramètre de commande, un terme intermédiaire dépendant de ladite première différence, ledit terme intermédiaire permettant d'obtenir un terme correcteur ;

e) on fait la somme dudit terme correcteur et d'un terme d'équilibre qui engendre un régime d'équilibre du moteur en l'absence de perturbations de manière à obtenir ladite valeur de commande ; et

f) on applique la valeur de commande ainsi obtenue audit moteur, est remarquable en ce qu'à l'étape d) :

– on calcule une seconde différence entre ledit terme intermédiaire de la présente suite d'étapes et le terme correcteur de la suite d'étapes précédente ;

– on compare cette seconde différence à une valeur de seuil prédéterminée ; et

– on sélectionne comme terme correcteur pour la présente suite d'étapes, que l'on utilise notamment à ladite étape e) :

. ledit terme intermédiaire de la présente suite d'étapes, si ladite seconde différence est supérieure à ladite valeur de seuil ; et

5 . ledit terme correcteur de la suite d'étapes précédente, si ladite seconde différence est inférieure ou égale à ladite valeur de seuil.

Ainsi, tant que la seconde différence est inférieure ou égale à la valeur de seuil, on garde le même terme correcteur de sorte que la valeur de commande n'est pas modifiée (le terme d'équilibre relativement stable étant uniquement modifié lorsqu'il convient de faire varier le régime d'équilibre, c'est-à-dire généralement la vitesse de consigne). La valeur de commande (et ainsi la commande du régime ou de la poussée) est donc
10 uniquement modifiée, lorsque ladite seconde différence (qui dépend de ladite première différence) dépasse ladite valeur de seuil, c'est-à-dire lorsque cela est nécessaire à l'asservissement de la vitesse compte tenu des écarts (première différence) entre la vitesse effective et la vitesse de consigne de l'aéronef. Par conséquent, grâce à la présente invention, le régime du moteur n'est pas régulé de façon continue (ou permanente), mais il est régulé de façon discrète. Il en résulte une amélioration très sensible du confort acoustique des passagers de l'aéronef, puisque les fré-
15 quences sonores des bruits émis par les moteurs ne sont plus modifiées en permanence.

De façon avantageuse, on filtre ledit terme correcteur sélectionné, avant de l'utiliser à l'étape e), ce qui permet de rendre moins brutale le cas échéant une modification du régime du moteur et donc d'améliorer
25 davantage encore le confort acoustique des passagers.

Dans le cadre de la présente invention, ledit paramètre de commande prédéterminé est la vitesse de rotation N1 du moteur ou le

rapport de pressions moteur EPR ("Engine Pressure Ration" en anglais) dudit moteur.

Dans le premier cas (paramètre de commande : vitesse de rotation N1), ladite valeur de seuil est avantageusement égale à 0,5% de la valeur de consigne de la vitesse de rotation du moteur. Cette valeur de seuil, ainsi que la constante de temps du filtre pour filtrer le terme correcteur, peuvent être déterminées de façon empirique, notamment à l'aide d'études physiologiques effectuées sur des passagers de l'aéronef.

De plus, dans ledit premier cas, avantageusement, à l'étape d), on détermine ledit terme intermédiaire en faisant la somme :

- d'un premier terme qui est proportionnel à ladite première différence ; et
- d'un second terme qui :

- . correspond à l'intégration de ladite première différence si les conditions α et β suivantes sont vérifiées :

α) ladite première différence est supérieure à une valeur prédéterminée ; et

β) ladite vitesse effective ne diverge pas de ladite vitesse de consigne ; et

- . est égal à zéro, si au moins l'une des conditions α et β précédentes n'est pas vérifiée.

La présente invention concerne également une méthode de commande de la poussée d'au moins un moteur d'un aéronef lors d'une phase de vol horizontal à vitesse stabilisée, ladite méthode comportant au moins un premier procédé de commande de la poussée de type usuel.

Selon l'invention, ladite méthode est remarquable en ce qu'elle comporte de plus un second procédé de commande de la poussée, en ce que ledit second procédé de commande correspond au procédé spécifié ci-dessus, en ce que l'on prend en compte les résultats dudit premier procédé de commande en fonctionnement normal, et en ce que l'on commute

automatiquement dans ledit second procédé de commande pour prendre en compte les résultats de ce dernier lorsqu'au moins l'une d'une pluralité de conditions prédéterminées est vérifiée.

Avantageusement, lesdites conditions prédéterminées comprennent au moins les conditions suivantes :

- la vitesse effective de l'aéronef est stabilisée, en étant à une valeur prédéterminée près, égale à la vitesse de consigne ;
- les conditions de calcul dudit terme d'équilibre sont valides ;
- une fonction d'autopoussée de l'aéronef est enclenchée en mode de maintien de vitesse ; et
- un pilote automatique de l'aéronef est actif en mode de maintien d'altitude.

La présente invention concerne également un dispositif pour commander automatiquement la poussée d'au moins un moteur d'un aéronef, lors d'une phase de vol horizontal à vitesse stabilisée.

Selon l'invention, ledit dispositif du type comportant :

- des moyens pour mesurer une vitesse effective correspondant à la valeur effective de la vitesse de l'aéronef ;
- des moyens pour déterminer une vitesse de consigne correspondant à la vitesse de l'aéronef représentative d'une valeur de commande ;
- des moyens pour calculer une première différence entre ladite vitesse effective et ladite vitesse de consigne ;
- des moyens pour déterminer, pour un paramètre de commande, un terme intermédiaire dépendant de ladite première différence, ledit terme intermédiaire permettant d'obtenir un terme correcteur ;
- des moyens pour faire la somme dudit terme correcteur et d'un terme d'équilibre qui engendre un régime d'équilibre du moteur en l'absence de perturbations de manière à obtenir une valeur de commande ; et

– des moyens pour appliquer la valeur de commande ainsi obtenue audit moteur,

est remarquable en ce qu'il comporte de plus :

– des moyens pour calculer une seconde différence entre ledit terme
5 intermédiaire et un terme correcteur enregistré précédemment ;

– des moyens pour comparer cette seconde différence à une valeur de seuil prédéterminée ;

– des moyens pour sélectionner comme terme correcteur :

. ledit terme intermédiaire, si ladite seconde différence est supérieure à
10 ladite valeur de seuil ; et

. ledit terme correcteur enregistré précédemment, si ladite seconde différence est inférieure ou égale à ladite valeur de seuil ; et

– des moyens pour enregistrer le terme correcteur sélectionné.

Les figures du dessin annexé feront bien comprendre comment
15 l'invention peut être réalisée. Sur ces figures, des références identiques désignent des éléments semblables.

La figure 1 est le schéma synoptique d'un dispositif conforme à l'invention.

La figure 2 montre schématiquement un premier mode de réalisation
20 d'une unité de calcul d'un dispositif conforme à l'invention.

La figure 3 montre schématiquement un second mode de réalisation d'une unité de calcul d'un dispositif conforme à l'invention.

Le dispositif 1 conforme à l'invention et représenté schématiquement sur la figure 1 est un dispositif d'autopoussée et est destiné à
25 commander automatiquement la poussée d'au moins un moteur 2 d'un aéronef, en particulier d'un avion de transport, lors d'une phase de vol horizontal à vitesse stabilisée, en particulier lors d'une phase de vol en croisière pour un avion de transport.

Ce dispositif 1 comporte :

- une unité de calcul 3A, 3B pour déterminer automatiquement une valeur de commande du régime du ou des moteurs 2 de l'aéronef ; et
- des moyens usuels 4 de régulation du moteur, qui sont reliés par une liaison 5A, 5B à l'unité de calcul 3A, 3B, et qui appliquent automatiquement audit moteur 2 les valeurs de commande déterminées par ladite unité de calcul 3A, 3B, comme illustré schématiquement par une liaison en traits mixtes 6 sur la figure 1.

On sait que, selon le fabricant de moteurs, la commande du régime d'un moteur 2 est exprimée :

- soit sous la forme d'un paramètre (de commande) N1 qui représente la vitesse de rotation du moteur 2 ;
- soit sous la forme d'un paramètre (de commande) EPR ("Engine Pressure Ratio" en anglais) qui représente le rapport de pressions moteur dudit moteur 2.

Ces deux paramètres N1 et EPR, lorsqu'ils sont utilisés comme valeur de commande du moteur 2, permettent de faire varier sa poussée. Il n'existe donc aucune différence fondamentale entre ces paramètres N1 et EPR lorsque l'on considère la commande de la poussée du moteur 2. Par conséquent, la solution conforme à l'invention et présentée ci-après sur la base du paramètre N1 s'applique également au paramètre EPR.

Toutefois, selon l'invention, de façon générale, quel que soit le paramètre N1 ou EPR considéré, le dispositif 1 réalise de façon automatique et répétitive la suite d'étapes a) à f) suivante :

- a) il mesure une vitesse effective V_c correspondant à la valeur effective de la vitesse de l'aéronef ;
- b) il détermine une vitesse de consigne V_{ctgt} correspondant à la vitesse de l'aéronef, représentative de la valeur de commande obtenue à partir de la suite d'étapes a) à f) précédente [c'est-à-dire réalisée précédemment (antérieurement) par rapport à la présente suite d'étapes] ;

- c) il calcule une première différence entre ladite vitesse effective V_c et ladite vitesse de consigne V_{ctgt} ;
- d) il détermine, pour ledit paramètre de commande $N1$ ou EPR considéré, un terme intermédiaire dépendant de ladite première différence, ledit
- 5 terme intermédiaire permettant d'obtenir un terme correcteur ;
- e) il fait la somme dudit terme correcteur et d'un terme d'équilibre qui engendre un régime d'équilibre du moteur 2 en l'absence de perturbations de manière à obtenir ladite valeur de commande, lesdites étapes a) à e) étant mises en œuvre par l'unité de calcul 3A, 3B ; et
- 10 f) il applique, à l'aide des moyens 4, la valeur de commande ainsi obtenue audit moteur 2.

Selon l'invention, à ladite étape d), ledit dispositif 1 :

- calcule une seconde différence entre ledit terme intermédiaire de la présente suite d'étapes et le terme correcteur de la suite d'étapes précédente ;
 - 15 – compare cette seconde différence à une valeur de seuil S prédéterminée ; et
 - sélectionne comme terme correcteur pour la présente suite d'étapes, qu'il utilise notamment à ladite étape e) :
- 20 . ledit terme intermédiaire de la présente suite d'étapes, si ladite seconde différence est supérieure à ladite valeur de seuil S ; et
- . ledit terme correcteur de la suite d'étapes précédente, si ladite seconde différence est inférieure ou égale à ladite valeur de seuil S .

25 Ainsi, tant que la seconde différence est inférieure ou égale à la valeur de seuil S , on garde le même terme correcteur de sorte que la valeur de commande n'est pas modifiée (le terme d'équilibre relativement stable étant uniquement modifié lorsqu'il convient de faire varier le régime d'équilibre, c'est-à-dire généralement la vitesse de consigne). La valeur de commande (et ainsi la commande du régime ou de la poussée) est donc

uniquement modifiée, lorsque ladite seconde différence (qui dépend de ladite première différence) dépasse ladite valeur de seuil S , c'est-à-dire lorsque cela est nécessaire à l'asservissement de la vitesse compte tenu des écarts (première différence) entre la vitesse effective V_c et la vitesse de consigne V_{tgt} de l'aéronef. Par conséquent, grâce à la présente invention, le régime du ou des moteurs 2 n'est pas régulé de façon continue (ou permanente), mais il est régulé de façon discrète. Il en résulte une amélioration très sensible du confort acoustique des passagers de l'aéronef, puisque les fréquences sonores des bruits émis par le ou les moteurs 2 ne sont plus modifiées en permanence.

Dans un premier mode de réalisation représenté sur la figure 2, l'unité de calcul 3A comporte un ensemble de calcul 7 comprenant :

- une première unité 8 pour déterminer de façon usuelle, comme précisé ci-dessous, un terme d'équilibre $N1_{eq}$ (consigne d'équilibre) qui correspond au régime moteur d'équilibre, en l'absence de perturbation des conditions de vol ;
- une seconde unité 9 pour déterminer un terme correcteur $\Delta N1_f$, comme précisé ci-dessous ; et
- un sommateur 10 qui est relié par des liaisons 11 et 12 respectivement auxdites première et seconde unités 8 et 9 et qui fait la somme dudit terme d'équilibre $N1_{eq}$ et dudit terme correcteur $\Delta N1_f$ de manière à obtenir une valeur de commande $N1_{tgt}$ qui est transmise aux moyens 4 par la liaison 5A (moyens 4 qui appliquent donc cette valeur de commande $N1_{tgt}$ au moteur 2).

Comme on peut le voir sur la figure 2, la seconde unité 9 comprend un moyen de calcul 13 qui calcule la différence ΔV_c entre :

- la vitesse de consigne V_{tgt} de l'aéronef, qui est reçue d'un moyen usuel 14 ; et

- la vitesse effective V_c de l'aéronef qui est mesurée par un capteur usuel 15, et qui est éventuellement filtrée.

Ladite différence ΔV_c issu du moyen de calcul 13 est transmise à un moyen de calcul 16, qui la filtre, par exemple avec une constante de temps de cinq secondes, de manière à obtenir une différence filtrée DV_c .

Ladite seconde unité 9 comporte, de plus, un sommateur 17 qui calcule un terme intermédiaire ΔN_1 en faisant la somme :

- d'un premier terme calculé par un moyen de calcul 18 qui, à cet effet, multiplie ladite différence filtrée DV_c par un coefficient KF prédéterminé ; et
- d'un second terme qui :
 - . correspond à l'intégration (par un moyen de calcul 19) du produit (réalisé par un moyen de calcul 20) de ladite différence DV_c et d'un gain prédéterminé, lorsque des conditions particulières précisées ci-dessous relatives à la vitesse V_c sont remplies ; ou
 - . est égal à zéro (la valeur "zéro" étant issue d'une mémoire 21), lorsque ces conditions particulières ne sont pas remplies.

Selon l'invention, ces conditions particulières correspondent aux conditions suivantes :

- la différence DV_c est supérieure à une valeur prédéterminée, par exemple 0,5 nœuds ; et
- la vitesse effective V_c ne diverge pas de la vitesse de consigne V_{cgt} .

Pour ce faire, un commutateur 22 qui est commandé par un moyen de commande 23 comportant lesdites conditions particulières, est monté entre, d'une part, les sorties du moyen de calcul 16 et de la mémoire 21 et, d'autre part, l'entrée du moyen de calcul 20.

Selon l'invention, ladite seconde unité 9 comporte, de plus, un sous-système 24 qui comprend :

- un moyen de calcul 25 pour calculer une seconde différence $\Delta 2$ entre ledit terme intermédiaire $\Delta N1$ et un terme correcteur $\Delta N1_{mem}$ enregistré précédemment ;
 - un comparateur 26 pour comparer cette seconde différence $\Delta 2$ à une valeur de seuil S prédéterminée ;
 - un moyen de sélection 27 pour sélectionner comme terme correcteur $\Delta N1_f$:
 - ledit terme intermédiaire $\Delta N1$, si ladite seconde différence $\Delta 2$ est supérieure à ladite valeur de seuil S ; et
 - ledit terme correcteur $\Delta N1_{mem}$ enregistré précédemment, si ladite seconde différence $\Delta 2$ est inférieure ou égale à ladite valeur de seuil S ,
- lesdits moyens de sélection 27 transmettant le terme correcteur $\Delta N1_f$ ainsi sélectionné au sommateur 10, de préférence après filtrage par un moyen de filtrage 28 ; et
- une mémoire 29 pour enregistrer le terme correcteur sélectionné, dont la valeur sera utilisée ultérieurement par le comparateur 25.

Ces caractéristiques permettent, avantageusement, de maintenir $\Delta N1_{mem}$ stable tant que sa valeur reste proche (écart inférieur à la valeur de seuil S) de la valeur $\Delta N1$ qui permettrait de réaliser l'asservissement de la vitesse V_c sur la consigne V_{ctgt} . Ainsi, le régime du ou des moteurs 2 n'est pas modifié de façon continue, mais seulement lorsque cela est nécessaire à l'asservissement de la vitesse compte tenu des écarts admis entre celle-ci et sa consigne. Il en résulte une amélioration du confort acoustique des passagers.

Selon un mode de réalisation préféré de l'invention, la valeur de seuil S est sensiblement égale à 0,5% de la valeur de consigne $N1_{cons}$ de la vitesse de rotation $N1$ du moteur 2. Cette valeur $N1_{cons}$ est déterminée

de façon empirique, en particulier à l'aide d'études physiologiques effectuées sur des passagers.

Selon un autre mode de réalisation préféré de l'invention, le moyen de filtrage 28 qui présente une constante de temps τ est destiné à adoucir les variations du régime moteur lors d'évolutions en palier de $\Delta N_{1\text{mem}}$, ce qui améliore également le confort acoustique des passagers. De façon préférentielle, la constante de temps τ est égale à cinq secondes. Cette valeur est également déterminée de façon empirique au moyen d'études physiologiques effectuées sur des passagers.

On notera par ailleurs que le terme d'équilibre $N_{1\text{eq}}$ peut être calculé de façon usuelle à partir de lois connues qui sont intégrées dans la première unité 8.

A titre d'illustration, ce terme d'équilibre $N_{1\text{eq}}$ peut être calculé à partir des équations suivantes :

$$N_{1\text{eq}} = N_{1R} * \sqrt{T_t / 288,15}$$

avec

$$\begin{cases} N_{1R} = f_1(FNR, M) \\ FNR = F_n * 101325 / P_t \\ F_n = m * g * (\sin \gamma + (C_x / C_z) * \cos \gamma) \end{cases}$$

et

$$\begin{cases} C_x = f(C_z^2, M) \\ C_z = (m * g * \cos \gamma) / (0.7 * P_s * S_r * M^2) \end{cases}$$

dans lesquelles on utilise les paramètres suivants :

- F_n : la poussée du moteur 2 (N) ;
- m : la masse de l'aéronef (kg) ;
- g : l'accélération de la pesanteur ($\approx 9,81 \text{ m/s}^2$) ;
- γ : la pente de l'aéronef (rd) ;
- M : le nombre de Mach ;
- P_s : la pression statique (Pa) ;
- S_r : une surface de référence (m^2) ;

- C_x : le coefficient de traînée ;
- C_z : le coefficient de portance ;
- T_t : la température totale (degrés Kelvin) ; et
- P_t : la pression totale (Pa).

5 On notera en outre que, dans le cas du paramètre EPR, il n'existe pas de valeur réduite telle que la valeur $N1R$. On calcule donc directement, de façon connue, le terme d'équilibre $EPReq$ en fonction de FNR et de M : $EPReq = f_2 (FNR, M)$.

10 Dans un autre mode de réalisation 3B représenté sur la figure 3 et correspondant à une application du mode de réalisation 3A, le dispositif 1 comporte, en plus de l'ensemble de calcul 7 décrit précédemment :

- un ensemble de calcul 30 qui met en œuvre un procédé usuel de commande de la poussée, tel qu'il en existe un sur un système connu d'autopoussée ;
- 15 - un moyen de commutation 31, dont l'entrée est reliée aux sorties (par des liaisons 5A et 32) desdits ensembles de calcul 7 et 30, et qui permet de commuter entre lesdits deux ensembles de calcul 7 et 32 pour transmettre à sa sortie (par la liaison 5B qui est reliée aux moyens 4 de la figure 1) soit la valeur fournie par l'ensemble de calcul 7, soit la va-
- 20 leur fournie par l'ensemble de calcul 30 ; et
- une unité de commande 33 qui commande automatiquement ledit commutateur 31, comme illustré par une liaison en traits mixtes 34, en fonction de conditions prédéterminées.

25 Selon l'invention, le dispositif 1 prend en compte les résultats dudit procédé de commande usuel (mis en œuvre par l'ensemble de calcul 30) en fonctionnement normal, et il commute automatiquement dans ledit procédé de commande conforme à l'invention (ensemble de calcul 7) pour prendre en compte les résultats de ce dernier lorsqu'au moins l'une d'une pluralité de conditions prédéterminées est vérifiée.

Dans un mode de réalisation préféré, lesdites conditions prédéterminées comprennent au moins les conditions suivantes :

- la vitesse effective V_c est stabilisée, en étant à une valeur prédéterminée près, égale à la vitesse de consigne V_{ctgt} ;
- 5 – les conditions de calcul dudit terme d'équilibre N_{1eq} sont valides ;
- une fonction d'autopoussée de l'aéronef est enclenchée en mode de maintien de vitesse ; et
- un pilote automatique de l'aéronef est actif en mode de maintien d'altitude.

REVENDECATIONS

1. Procédé de commande automatique de la poussée d'au moins un moteur (2) d'un aéronef lors d'une phase de vol horizontal à vitesse stabilisée, procédé selon lequel on commande la poussée du moteur (2) en
5 lui appliquant une valeur de commande qui correspond à la valeur d'un paramètre de commande prédéterminé et représentatif du régime dudit moteur (2), et selon lequel on réalise, automatiquement et de façon répétitive, la suite d'étapes suivante :

a) on mesure une vitesse effective correspondant à la valeur effective de
10 la vitesse de l'aéronef ;

b) on détermine une vitesse de consigne correspondant à la vitesse de l'aéronef, représentative de la valeur de commande obtenue à partir de la suite d'étapes précédente ;

c) on calcule une première différence entre ladite vitesse effective et la-
15 dite vitesse de consigne ;

d) on détermine, pour ledit paramètre de commande, un terme intermédiaire dépendant de ladite première différence, ledit terme intermédiaire permettant d'obtenir un terme correcteur ;

e) on fait la somme dudit terme correcteur et d'un terme d'équilibre qui
20 engendre un régime d'équilibre du moteur (2) en l'absence de perturbations de manière à obtenir ladite valeur de commande ; et

f) on applique la valeur de commande ainsi obtenue audit moteur, caractérisé en ce qu'à l'étape d) :

– on calcule une seconde différence entre ledit terme intermédiaire de la
25 présente suite d'étapes et le terme correcteur de la suite d'étapes précédente ;

– on compare cette seconde différence à une valeur de seuil prédéterminée ; et

– on sélectionne comme terme correcteur pour la présente suite d'étapes, que l'on utilise notamment à ladite étape e) :

- ledit terme intermédiaire de la présente suite d'étapes, si ladite seconde différence est supérieure à ladite valeur de seuil ; et
- 5 · ledit terme correcteur de la suite d'étapes précédente, si ladite seconde différence est inférieure ou égale à ladite valeur de seuil.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'on filtre ledit terme correcteur sélectionné, avant de l'utiliser à l'étape e).

10 3. Procédé selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que ledit paramètre de commande prédéterminé est la vitesse de rotation du moteur (2).

4. Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que ladite valeur de seuil est égale à 0,5% de la valeur de consigne de la vitesse de rotation du moteur (2).

15 5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 3 et 4, caractérisé en ce qu'à l'étape d), on détermine ledit terme intermédiaire en faisant la somme :

- d'un premier terme qui est proportionnel à ladite première différence ; et
- 20 – d'un second terme qui :
 - correspond à l'intégration de ladite première différence, si ladite première différence est supérieure à une valeur prédéterminée et si ladite vitesse effective ne diverge pas de ladite vitesse de consigne ; et
 - est égal à zéro, si au moins l'une des conditions précédentes n'est pas vérifiée.

25 6. Procédé selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que ledit paramètre de commande prédéterminé est le rapport de pressions moteur dudit moteur (2).

7. Méthode de commande de la poussée d'au moins un moteur (2) d'un aéronef lors d'une phase de vol horizontal à vitesse stabilisée, ladite méthode comportant au moins un premier procédé de commande de la poussée,

5 caractérisée en ce qu'elle comporte de plus un second procédé de commande de la poussée, en ce que ledit second procédé de commande correspond au procédé spécifié sous l'une quelconque des revendications 1 à 6, en ce que l'on prend en compte les résultats dudit premier procédé de commande en fonctionnement normal, et en ce que l'on commute
10 automatiquement dans ledit second procédé de commande pour prendre en compte les résultats de ce dernier lorsqu'au moins l'une d'une pluralité de conditions prédéterminées est vérifiée.

8. Méthode selon la revendication 7, caractérisée en ce que lesdites conditions prédéterminées comprennent au
15 moins les conditions suivantes :

- la vitesse effective est stabilisée, en étant à une valeur prédéterminée près, égale à la vitesse de consigne ;
- les conditions de calcul dudit terme d'équilibre sont valides ;
- une fonction d'autopoussée de l'aéronef est enclenchée en mode de
20 maintien de vitesse ; et
- un pilote automatique de l'aéronef est actif en mode de maintien d'altitude.

9. Dispositif pour commander la poussée d'au moins un moteur (2) d'un aéronef lors d'une phase de vol horizontal à vitesse stabilisée, ledit
25 dispositif (1) comportant :

- des moyens (15) pour mesurer une vitesse effective correspondant à la valeur effective de la vitesse de l'aéronef ;

- des moyens (14) pour déterminer une vitesse de consigne correspondant à la vitesse de l'aéronef représentative d'une valeur de commande ;
- 5 – des moyens (13) pour calculer une première différence entre ladite vitesse effective et ladite vitesse de consigne ;
- des moyens (16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23) pour déterminer, pour un paramètre de commande, un terme intermédiaire dépendant de ladite première différence, ledit terme intermédiaire permettant d'obtenir un terme correcteur ;
- 10 – des moyens (10) pour faire la somme dudit terme correcteur et d'un terme d'équilibre qui engendre un régime d'équilibre du moteur (2) en l'absence de perturbations de manière à obtenir une valeur de commande ; et
- des moyens (4) pour appliquer la valeur de commande ainsi obtenue
15 audit moteur (2),
caractérisé en ce qu'il comporte de plus :
 - des moyens (25) pour calculer une seconde différence entre ledit terme intermédiaire et un terme correcteur enregistré précédemment ;
 - des moyens (26) pour comparer cette seconde différence à une valeur
20 de seuil prédéterminée ;
 - des moyens (27) pour sélectionner comme terme correcteur :
 - ledit terme intermédiaire, si ladite seconde différence est supérieure à ladite valeur de seuil ; et
 - ledit terme correcteur enregistré précédemment, si ladite seconde dif-
25 férence est inférieure ou égale à ladite valeur de seuil ; et
 - des moyens (29) pour enregistrer le terme correcteur sélectionné.

1/2

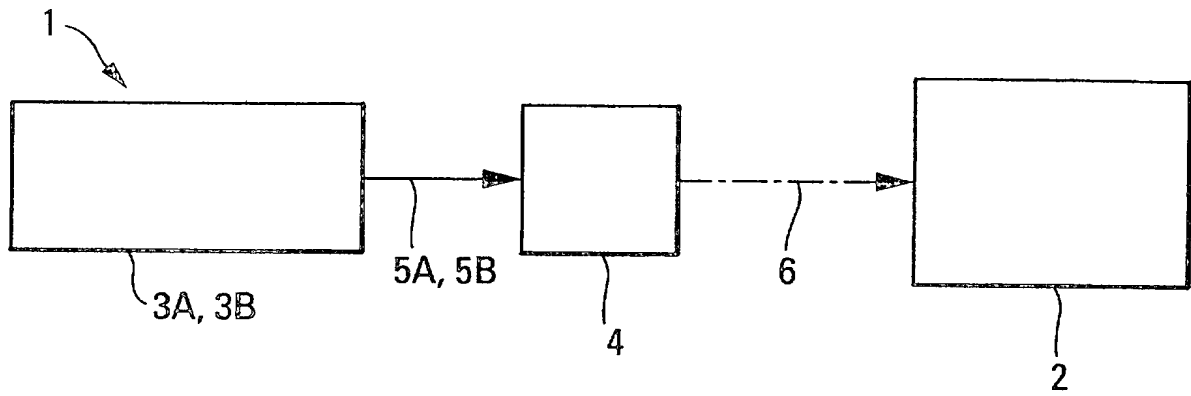


Fig. 1

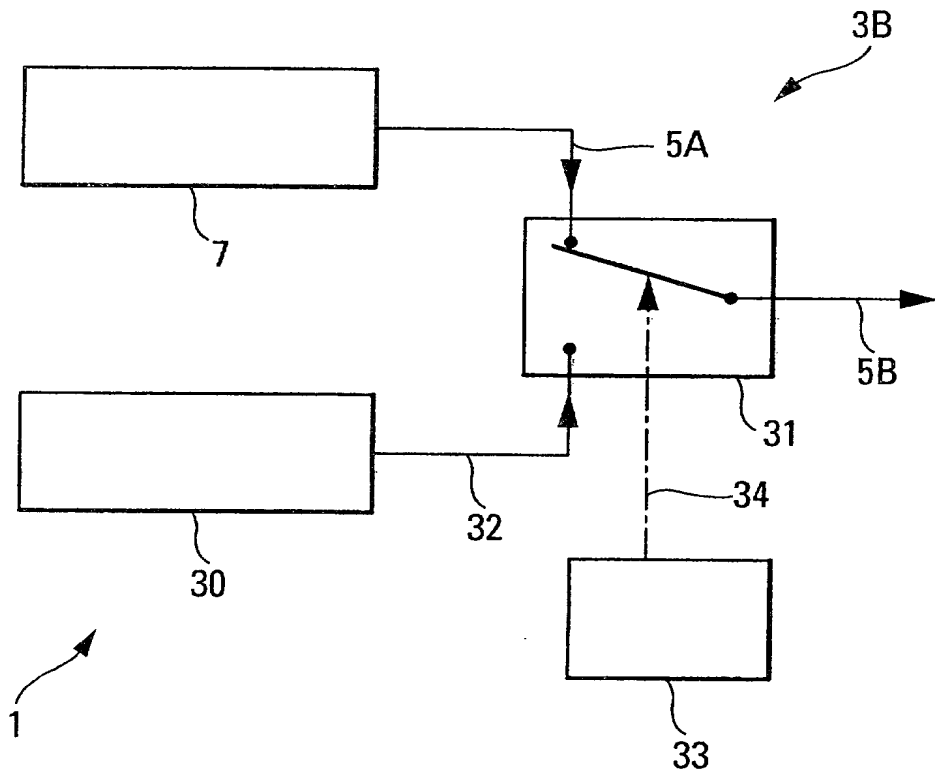
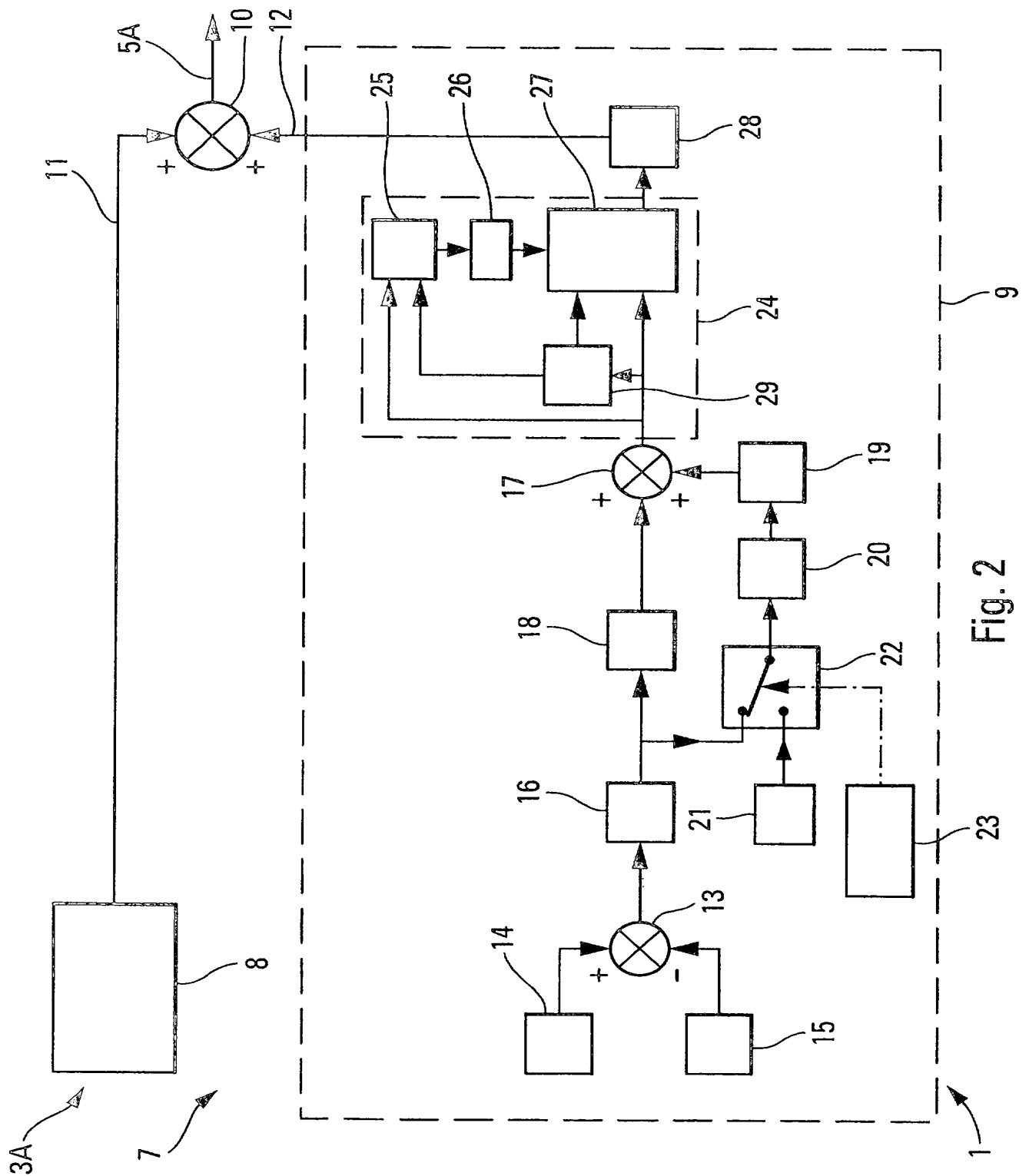


Fig. 3





DÉPARTEMENT DES BREVETS

26 bis, rue de Saint Pétersbourg
75800 Paris Cedex 08

Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 93 59 30

BREVET D'INVENTION**CERTIFICAT D'UTILITÉ**

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI



N° 11 235*02

DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S) Page N° J../J..

(Si le demandeur n'est pas l'inventeur ou l'unique inventeur)

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

08 113 W / 260899

Vos références pour ce dossier (facultatif)		AF-718	
N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL		0212 174	
TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)			
Procédé et dispositif pour commander automatiquement la poussée d'au moins un moteur d'un aéronef lors d'une phase de vol horizontal à vitesse stabilisée.			
LE(S) DEMANDEUR(S) :			
AIRBUS France			
DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) : (Indiquez en haut à droite «Page N° 1/1» S'il y a plus de trois inventeurs, utilisez un formulaire identique et numérotez chaque page en indiquant le nombre total de pages).			
Nom		MULLER	
Prénoms		Jean	
Adresse	Rue	311, Avenue de Lardenne Bât. Bach	
	Code postal et ville	31170	TOURNEFEUILLE
Société d'appartenance (facultatif)			
Nom		GRAVES	
Prénoms		Didier	
Adresse	Rue	6, Rue de l'Aigue Marine	
	Code postal et ville	31820	PIBRAC
Société d'appartenance (facultatif)			
Nom			
Prénoms			
Adresse	Rue		
	Code postal et ville		
Société d'appartenance (facultatif)			
DATE ET SIGNATURE(S) DU (DES) DEMANDEUR(S) OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire)		B. Hauer	
le 2 octobre 2002			
MANDATAIRE "CPI brevet" : Bernard HAUSER 98-0504 (B)			

La loi n°78-17 du 6 janvier 1978 relative à l'informatique, aux fichiers et aux libertés s'applique aux réponses faites à ce formulaire. Elle garantit un droit d'accès et de rectification pour les données vous concernant auprès de l'INPI.

1. 1. 1.

